

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-285050

(43)Date of publication of application : 31.10.1995

(51)Int.Cl.

B23Q 17/24  
B24B 49/04  
B24B 49/12  
H01L 21/304

(21)Application number : 06-075625

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 14.04.1994

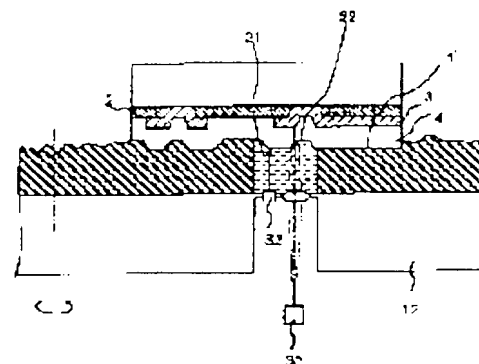
(72)Inventor : MORIYAMA SHIGEO  
KAWAMURA YOSHIO  
HONMA YOSHIO  
KUSUKAWA KIKUO  
FURUSAWA KENJI

## (54) GRINDING METHOD

## (57)Abstract:

PURPOSE: To perform highly accurate grinding without being affected by the kind of a circuit pattern or the quality of a film material by knowing the thickness of a thin film from a relative distance relation between a distance from the thin film to a processed surface and a distance therefrom to the bottom surface and adjusting the condition and the processing time of grinding based on the result thereof.

CONSTITUTION: An illuminating beam 22 from a detector S1 reaches the bottom surface of an insulating film 4 and reflected on the surface of an aluminum wiring film 3 or an insulating film 2. In this state a signal output from the detector S1 is observed while giving a relative momentum between the illuminating beam 22 and the insulating film 4 and the fine form cross section of an aluminum wiring pattern part is known. By taking a difference between this signal and that of a detector S2 for detecting a distance to an insulating film grinding surface 4' a signal depending only on the existence of a wiring pattern is obtained. From the size of this signal the minimum remaining film thickness of the insulating film 4 can be known. Thus, a grinding time can be further accurately estimated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-285050

(13)公開日 平成7年(1995)10月31日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 Q 17/24		B		
B 2 4 B 49/04		Z		
49/12				
H 0 1 L 21/304	3 2 1	M		

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平6-75625

(22)出願日 平成6年(1994)4月14日

(71)出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 森山 茂夫  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 河村 喜雄  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 本間 喜夫  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 研磨加工法

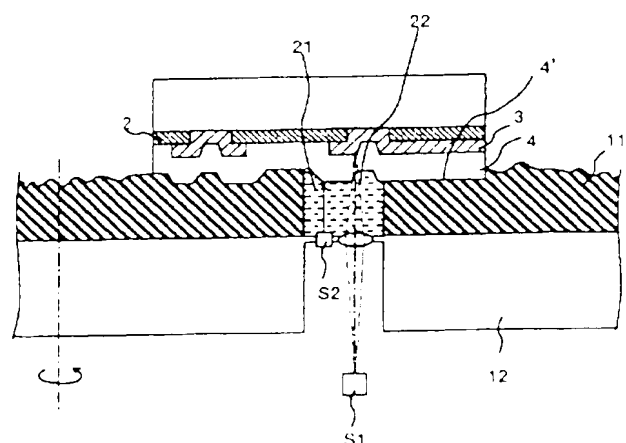
(57) 【要約】

【目的】本発明の目的は、適用範囲の広い終点検出を行ないながら加工することにより、高精度な半導体ウェハ絶縁膜の平坦研磨加工法を提供するものである。

【構成】本発明の構成上の特徴は、加工すべき薄膜が表面に形成されている基板を研磨パッド表面上に押しつけて相対運動させながら該薄膜を研磨する加工法において、第一の検出器によって検出された該薄膜の波加工面までの距離  $S_1$  と、第二の検出器によって検出された該薄膜の底面までの距離  $S_2$  と、との相対的距離関係から該薄膜の厚みを知り、その結果に基づいて研磨加工の条件および加工時間を調整することを特徴とする研磨加工法にある。

【効果】本発明では、従来の「加工時の摩擦力変化検出法や静電容量変化検出法といった微細構造に影響を受けやすいモニタ法に代え、研磨すべき残膜厚を直接、かつ微細構造部の膜厚に注目しながら加工するので、回路パターン上の種類や膜の材質に影響されずに精度が高く、研磨加工を自動化することが出来る。

51



【特許請求の範囲】

【請求項1】加工すべき薄膜が表面に形成されている基板を研磨パッド表面上に押しつけて相対運動させながら該薄膜を研磨する加工法において、第一の検出器によって検出された該薄膜の被加工面までの距離S1と、第二の検出器によって検出された該薄膜の底面までの距離S2、との相対的距離関係から該薄膜の厚みを知り、その結果に基づいて研磨加工の条件および加工時間を調整することを特徴とする研磨加工法。

【請求項2】上記第二の検出器として、上記薄膜底面部の凹凸形状を検出するに足る距離検出分解能および横分解能を有するものを用い、上記被加工基板と該検出器を相対運動させた時に得られる検出距離の変化信号S2と、同時に上記第一の検出器によって検出される該薄膜の被加工面までの距離の変化信号S1との差に基づいて研磨加工の条件および加工時間を調整することを特徴とする請求項1記載の研磨加工法。

【請求項3】上記第二の検出器として、結像した光スポットを該薄膜底面に照射し、その反射光に含まれる光学的情報から薄膜底面までの距離を知る形式の検出器を用いることを特徴とする請求項2記載の加工法。

【請求項4】上記第一の検出器と第二の検出器が共に該研磨パッドを支持している定盤部に設けられていることを特徴とする請求項2記載の加工法。

【請求項5】上記第一の検出器として、流体マイクロメータを用いることを特徴とする請求項1記載の加工法。

【請求項6】上記流体マイクロメータの作動流体として、加工に用いる研磨液を用いることを特徴とする請求項4記載の加工法。

【請求項7】上記第一の検出器として、該薄膜材料の屈折率と該研磨液の屈折率から定まる臨界反射角より大きな角度で光を薄膜表面に照射し、薄膜の被加工面で反射した光の情報を利用して薄膜被加工面までの距離を知る検出器を用いることを特徴とする請求項1記載の加工法。

【請求項8】上記薄膜表面に対する浮上間隔が常に一定となるように上記被加工基板に対して荷重される流体軸受を設け、該軸受と一体となるように設けられた検出器によって検出された該薄膜の底面までの距離情報に基づいて、研磨加工の条件および加工時間を調整することを特徴とする研磨加工法。

【請求項9】上記検出器として、上記薄膜底面部の凹凸形状を検出するに足る距離検出分解能および横分解能を有するものを用い、上記被加工基板と該検出器を相対運動させた時に得られる、検出距離の変化信号に基づいて研磨加工の条件および加工時間を調整することを特徴とする請求項8記載の研磨加工法。

【請求項10】上記検出器として、結像した光スポットを該薄膜底面に照射し、その反射光に含まれる光学的情報から薄膜底面までの距離を知る形式の検出器を用いることを特徴とする請求項8記載の研磨加工法。

【請求項11】加工すべき薄膜が表面に形成されている基板を研磨パッド表面上に押しつけて相対運動させながら研磨する加工法において、上記薄膜被加工面部の凹凸形状を検出するに足る距離検出分解能と横分解能および検出部の光学的反射率を検出する機能を有する検出器を用い、これらの検出結果の少なくとも1つの結果に基づいて研磨加工の条件および加工時間を調整することを特徴とする研磨加工法。

【請求項12】上記検出器として、結像した光スポットを該薄膜底面に照射し、その反射光に含まれる光学的情報から薄膜底面までの距離と検出部の反射率を知る形式の検出器を用いることを特徴とする請求項11記載の研磨加工法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体集積回路の製造工程の一つである配線工程におけるウェハの研磨加工法、特に被加工対象となるウェハ表面の薄膜の厚みを検出してフィードバック制御しながら加工する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造工程は多くのプロセス処理工程からなるが、配線工程の一部にウェハ表面の絶縁層の微細凹凸を化学機械研磨する平坦化処理工程がある。まず、この平坦化処理工程の詳細を図1を用いて説明する。

【0003】図1(a)は一層目の配線が形成されているウェハの断面図を示している。トランジスタ部が形成されているウェハ基板1の表面には絶縁膜2が形成されており、その上にアルミニウム等の配線層3が設けられている。トランジスタとの接合をとるために絶縁膜2にはホールが開けられているので、配線層のその部分3'は多量にこんでいる。2層目の配線工程では、図(b)のようは一層目の上に絶縁膜4を形成した後、その上に2層目のアルミ配線層を形成するか、絶縁膜4を付着させたままでは表面が凹凸になっていて、後のリソグラフィ工程で露光時の解像ボケの原因となるため、5のレベルまで平坦となるように後述する方法によって研磨加工する。絶縁膜を平坦加工した後、図1(d)のようにコンタクトホールを形成、さらにその上に2層目の配線パターンを形成する。次に図1(f)のように再び絶縁膜を形成、図中8のレベルまで研磨加工する。この工程を繰り返しながら多層の配線を行なう。

【0004】図2に上記絶縁膜を平坦化するための加工法を示す。研磨パッド11を定盤上12に貼り付けて回転させておく。他方、加工すべきウェハ1は弾性のある押さえ機構13を介してウェハホルダ14に固定する。このウェハホルダ14を回転しながら研磨パッド11表面に荷重し、さらに研磨パッド11の上に研磨液15を供給することによりウェハ表面上の絶縁膜4の凸部が研磨除去され、平坦化される。この場合、研磨液として水

酸化カリウム水溶液に懸濁させたコロイドシリカ等を用いることにより化学作用が加わり、機械研磨の数倍以上の加工能率が得られる。この加工法はため、化学機械研磨法として知られている。

【00008】さて上記研磨工程において問題となるのは、例えばどのようなにしてレベルさ、またはレベルさまで研磨が進行したことを知り、いつの研磨作業を終了するか、という、いわゆる終点検出の方法である。すなわち、上記研磨法では被加工物のウェハは図3に示すように2枚の弾性パッド材11、12で挟まれており、それらの間の距離変化からは、ここで対象とする、12枚の弾性パッド材の絶縁膜4の厚み変化は知ることは殆ど不可能である。

【00009】そこで従来の終点検出法としては、あらかじめ研磨速度を調べておき、時間管理で残膜厚を推測する方法、または研磨が進行するに伴い被加工面の凹凸がなくなると、研磨パッドと被加工物間の摩擦力が変化する現象に注目し、回転定盤の回転トルク変化を補える方法などが用いられていたが、いずれも研磨条件の変化によって検出精度が左右される欠点があった。

【00010】別の従来技術として、被加工物である絶縁膜が誘電材料であることに注目し、研磨の進行に伴って静電容量が変化する現象を利用するもの、すなわちS P - 5、081、421に開示されている。具体的には図4に示すように、導電金属製の回転定盤12の一部をリング16で絶縁しておき、これとウェハの回転カルダ18間にはRHz程度の交流信号を流す。ウェハ基板1および研磨液がしみこもっている研磨パッド11が導電性であれば、交流電流が流れ、その電流値は研磨加工対象である絶縁膜の厚みに依存する。よって、上記電流値変化に注目していれば被加工物の残膜厚を知ることができる。が、研磨の進行に伴う静電容量変化は絶縁膜の厚み変化だけでなく、下地のアルミ配線のパターン形状や密度の影響を受けるため、ウェハの回路パターンが異なる度に検出感度の校正を行なう必要があった。また、本発明が適用される半導体の研磨工程として、先に配線用の金属薄膜を形成し、後にこの薄膜の凸部のみを平坦化加工する場合があるが、このような場合には上記静電容量変化を利用する方式は適用できない。これに適用可能なものとして、E P 0460384 A1には上記金属薄膜部の導電性に着目した電磁誘導変化を利用する検出法が開示されているが、この場合には逆に絶縁薄膜を研磨する場合には適用できない欠点があった。

【00011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記欠点を解消し、回路パターンの種類や膜の材質に影響されず、残膜厚みをモニタしながら加工する、精度の高い研磨加工法を提供することにある。

【00012】

【課題を解決するための手段】上記目的は、従来の、加

工時の摩擦力変化検出法や静電容量変化検出法といった微細構造に影響を受けやすいモニタ法に代え、研磨すべき残膜厚を直接、かつ微細構造部の膜厚に注目しながら加工することにより達成できる。

【00013】

【作用】被加工対象であるウェハ表面の絶縁膜に対し、絶縁膜表面位置と絶縁膜底面位置をそれぞれ検出し、それらの差から絶縁膜の厚みを知ることができ、その結果にもとづいて加工することにより達成できる。より具体的には、回転定盤の一部に上記2つの膜位置を検出する検出器として、例えば、プローブと光学集光位置検出器を同軸に設けることにより行なう。また電が透過できない金属薄膜の研磨時には、被加工面の反射率変化に注目しながら行なうことにより、目的が達成される。

【00014】

【実施例】以下、図を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。研磨パッド11が貼付けられている回転定盤12の一部に開口を設け、そこに光学的に反射面までの位置を検出する、いわゆる焦点位置センサS2と、絶縁膜4の被加工表面4'の位置を検出する検出器S1を設ける。研磨パッド11の開口部21に、絶縁膜4の光学的屈折率とはほぼ同一の屈折率をもつ液体、例えば純水を満たしておくと、検出器S2の照射ビーム22は絶縁膜4の底面まで到達し、アルミ配線膜3または絶縁膜2の表面で反射する。この状態で上記照射ビーム22と絶縁膜4との間に相対運動を生ずる、例えば回転定盤12を回転させながら位置センサS2の信号出力を観察すれば、例えば図6中の信号S2'のようにアルミ配線パターン部の微細形状断面を知ることができる。一方、絶縁膜研磨面までの距離を検出する検出器S1の信号は図中のS1'のように変化する。ここで両信号の短周期のレベル変化は配線パターン3によるものであり、長周期の変化は研磨パッド11の厚み変化に起因するものである。そこで図6中の信号S1'と信号S2'の差を取れば、S3'のように配線パターンの有無のみに依存する信号を得ることができ、信号a部の大きさから、絶縁膜4の最が残膜厚を知ることができる。この結果をもとにすることにより、さらに研磨すべき時間を精度良く推測することができる。上記2つの検出器S1、S2は回転定盤上に設けられているので、被加工ウェハまでの距離関係を検出できるのは1回転に一度の間断的検出となるが、実用上まったく問題はない。また、両検出器を静止座標上に固定し、モニタする場合に被加工ウェハを研磨定盤からはみださせて検出することにより、より簡単な構成をすることも可能である。

【00015】検出器S1の具体的な実施例を図7に示す。原理的には流体マイクロメータである。ノズル31に研磨液32を一定の圧力で供給するようしておき、このノズル31の先端開口部を検出すべきウェハ面に近接させておく。一方、ノズル31内の背圧を圧力センサ

33で検出する。この構成では、圧力センサ33の信号出力はノズル先端部と絶縁膜研磨面との間隙に依存するので、ノズル33に対するウェハの絶縁膜研磨面までの距離を知ることができる。この実施例の場合には、ノズル33の天井部を、検出器S2の光学レンズ34で蓋をすることが良い。検出器S2としては、光ダイオードなどに用いられている光ピックアップの焦点検出器を利用することができる。光ピックアップの一例として、全反射臨界角を利用するものを図8を用いて説明する。図中の入射に検出すべき配線パターン表面がある場合には、計測レンズ34を通過した光は反射層となり、図中の臨界角でノズル41に入射する光のうち、点では反射率が低下し、他方点では反射率が向上する。よってそれぞれの光強度をフォトダイオード42、43で検出し、それぞれの信号の差動をとることにより光学系の焦点位置より近くで反射していることが分かる。他方点で反射する場合には差動信号の極性は反転する。この原理によれば、0.01ミクロンの分解能で反射面の位置を知ることができるので、本発明の検出器S2としては最適である。上記全反射臨界角方式の他、光ピックアップの焦点検出器として利用される、非点収差検出方式、三角プリズム方式なども利用することができることは明らかである。

【0013】なお、これらの形式の光ピックアップでは検出部の反射率によって検出感度変動するが、フォトダイオード42、43の和信号をとるなどして検出部の反射率を検出し、光源のレーザ強度等をサーボ制御することにより、上記反射率変動を補正することができる。

【0014】また、上記反射率変化を検出することにより、光学的に不透明な金属薄膜を研磨する場合にも適用できる。この工程は図9に示すように、ウェハ基板1上に先に絶縁膜2を形成、パターン化した後に配線材料であるアルミニウム等の金属膜3を成膜し、この金属膜の凸部を研磨するものである。研磨作業は絶縁膜2が表面に現れた段階で終了させる。金属膜3は一般的に光学的に不透明なので、これまで説明した方法では研磨を終了すべき時点は検出できない。そこで前述の第2の検出器である光ピックアップが有する反射率検出機能を利用して加工面反射率変化をモニタしていると、図10に示すように、加工前には全面が金属膜表面であるため高反射率を示す信号S4となっているが、加工が進んで絶縁膜2が表面に表れると、信号S4のように絶縁膜部の低反射率部に対応した反射率の変化が生じる。よって、この反射率変化から研磨を終了すべき時点を知ることができる。

【0015】第一の検出器として上記流体マイクロメータの代わりに光学式検出器を用いることもできる。図11に示すように、第2の検出器である光ピックアップでレーザ光源44からの光をビームスプリッタ45で分離した後、ミラー46、がね曲げ鏡47を介して、被加工

面上に焦点を結ばせる。この場合、入射角 $\theta$ を被加工薄膜4と純水の屈折率比から定まる反射臨界角より大きく設定することにより、レーザ光は被加工薄膜の表面で反射される。反射された光をがね曲げ鏡48、レンズ49を介してラインセンサ50に入射、結像させる。検出部を結像して満たしておくため、光透過窓付きの流体ノズル54を光学系先端部に設けておく。

【0016】上記光学系において、被加工面の高さが図中の点線51のように変化するとラインセンサ50への反射光の入射位置が図中xのように変化するので、このラインセンサ50の信号出力により被加工面の位置変化を検出することができる。上記検出光学系はいわゆる三角測量方式であるが、その他、被加工面を反射面とする斜入射干渉法なども利用できることは容易に理解されよう。

【0017】これまでは2つの検出器を利用する実施例について述べたが、その他図12に示す実施例のように、第一の検出器を省略することも可能である。この実施例では、第一の検出器として流体マイクロメータの代わりに静圧流体軸受を用い、研磨面に対して常に一定の距離を隔てて自動的に浮上させる。そのためには、ノズル51部が自在に可動できるように平行ばね51で支えておき、バネ52でつねに一定荷重Wをノズルに与えるように構成する。このノズル31に検出器S2の光学系を設けておくことにより、この検出信号S2のみで目的とする絶縁膜の厚み変化を知ることができる。

【0018】またこの場合、静圧流体軸受の代わりに単に接触子とし、これを被加工面に押しあてて光学レンズ系と被加工面との距離を常に一定に定めることも可能であるが、接触子が被加工面を滑動することになるので、接触子滑動面にテフロン等をコーティングするなど、被加工面を傷けないための工夫が必要である。

【0019】これまで説明した実施例以外にも、検出器S1、S2として種々なものが適用できることは容易に理解できよう。また被加工物として、実施例で説明した半導体ウェハ以外にも、SODウェハや薄膜結晶片などの研磨加工に応用できる。

## 【0020】

【発明の効果】上記のように本発明では、従来の、加工時の摩擦力変化検出法や静電容量変化検出法といった微細構造に影響を受けやすいモニタ法に代え、研磨すべき膜厚を直接、かつ微細構造部と膜厚に注目しながら加工するので、回路パターン種類や膜の材質に影響されずに精度の高い研磨加工を行なうことができる。

## 【図面の簡単な説明】

- 【図1】ウェハ表面の平坦化工程の説明図である。
- 【図2】化学機械研磨法を説明する図である。
- 【図3】化学機械研磨法の課題を説明する図である。
- 【図4】従来の終点検出法を説明する図である。
- 【図5】本発明の第一の実施例を示す図である。

【図6】検出信号の例を説明する図である。

【図7】流体マイクロを利用する検出器S1の例を説明する図である。

【図8】全反射臨界面方式を利用する検出器S2の例を説明する図である。

【図9】金属埋め込み工程における研磨加工を説明する図である。

【図10】金属薄膜研磨時の反射率変化検出信号の例

【図11】第一の検出器S1として、光学式検出器の実施例を説明する図である。

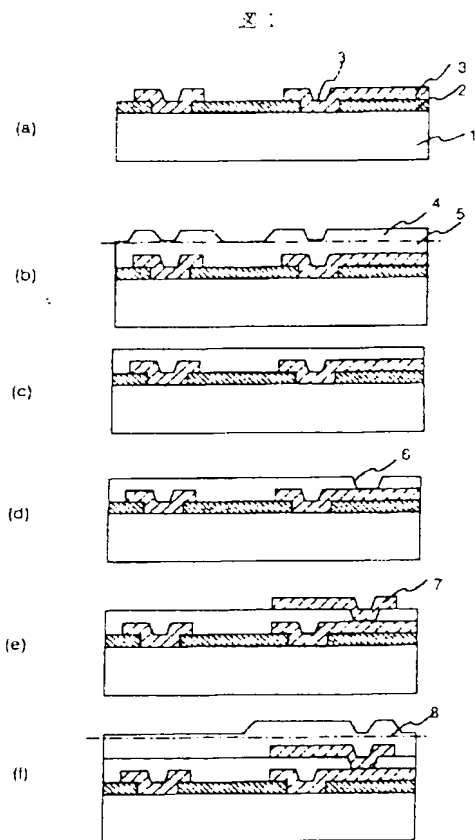
【図12】本発明の第2の実施例を示す図である。

【符号の説明】

1…ウエハ基板、3…配線パターン、4…絶縁膜、11…研磨パッド、12…回転定盤、21…研磨液、22…検出用照明光

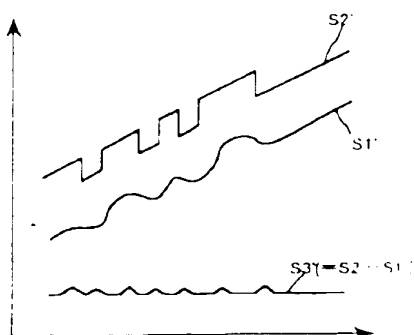
S1…光学式距離検出器、S2…第2の距離検出器。

【図1】



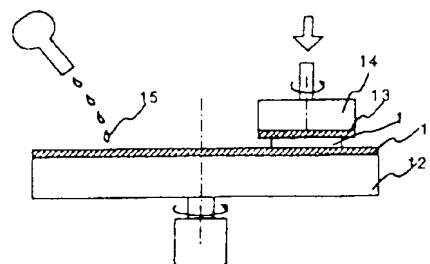
【図6】

図6



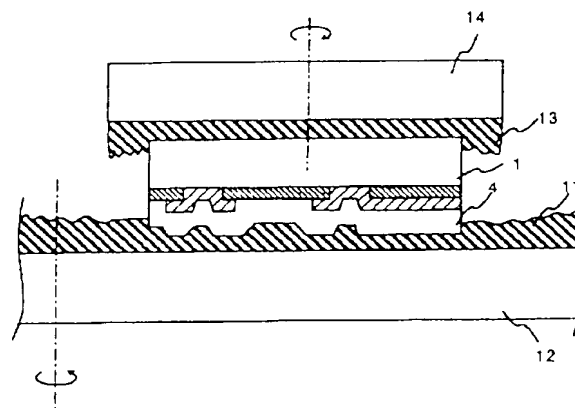
【図2】

図2



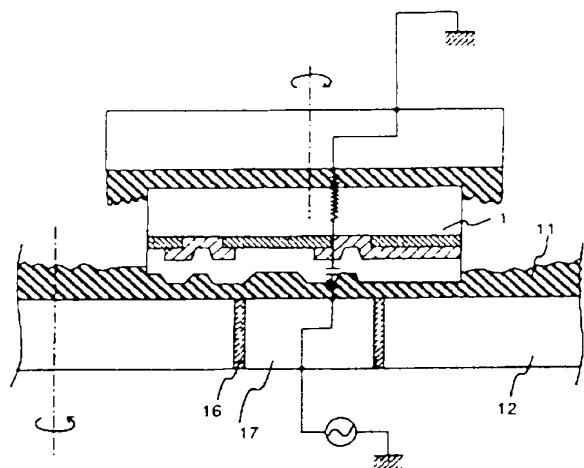
【図3】

図3



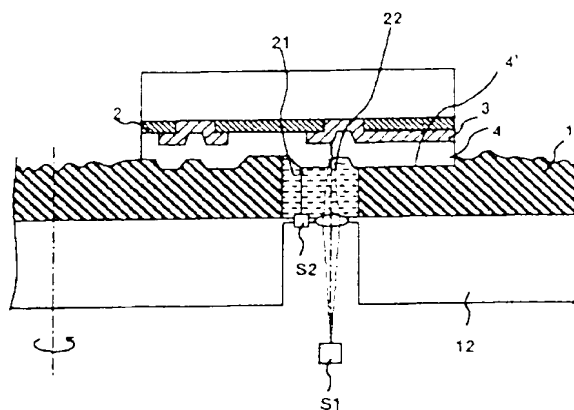
【図 4】

図 4



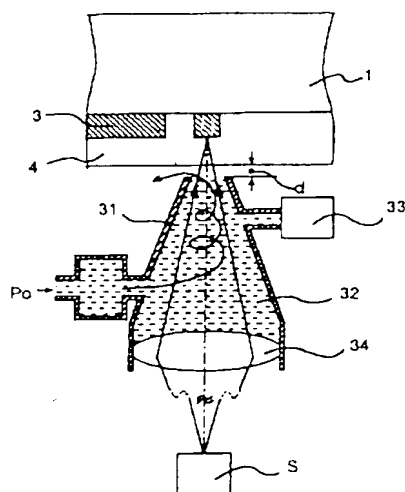
【図 5】

図 5



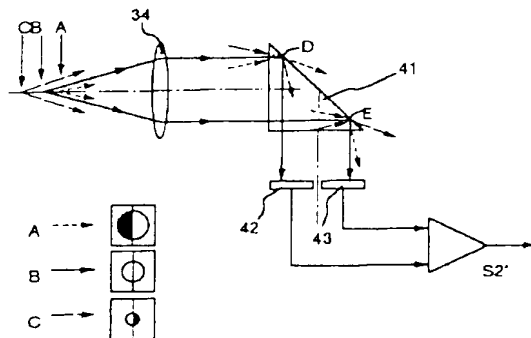
【図 7】

図 7



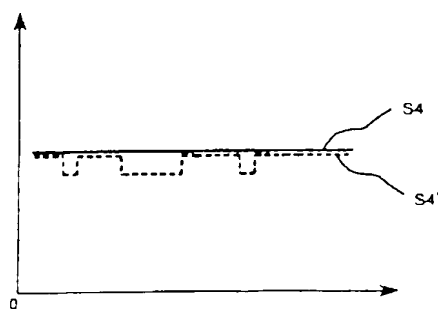
【図 8】

図 8



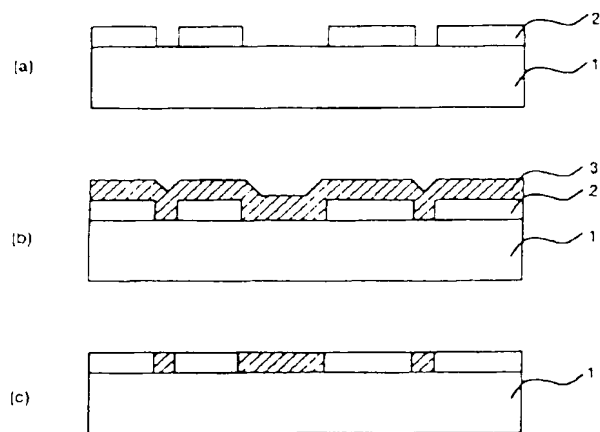
【図 10】

図 10



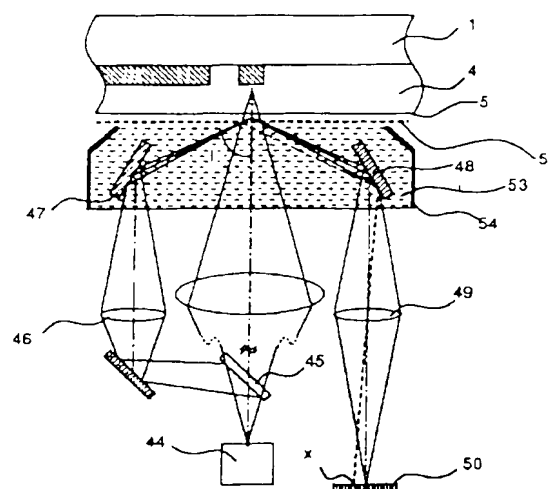
【図 9】

図 9



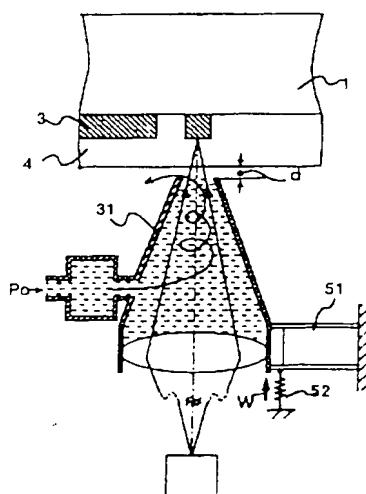
【図 11】

図 11



【図 12】

図 12



フロントページの続き

(72)発明者 楠川 喜久雄  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 古澤 健志  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内



Page 3, right column, lines 15-25:

[0011]

[Embodiments] With reference to Fig. 5, an embodiment of the present invention will be explained hereinbelow.

-----

An opening 21 formed in the polishing pad 11 is filled with a liquid having substantially the same refractive index as the insulating film 4, such as a pure water so that an illuminating beam 22 reaches the bottom surface of the insulating film 4 and is reflected by the aluminum wiring pattern 3 or the surface of the insulating layer 2.

Page 3, right column, line 5 from the bottom - Page 4, left column, line 6:

[0012] Fig. 7 shows a specific example of the detector S1. The detector is basically the same as a fluid micrometer. A nozzle 31 is supplied with a polishing liquid 32 under a predetermined pressure with the tip end opening thereof positioned close to a surface of a wafer to be detected. A pressure sensor 33 senses a back pressure in the nozzle 31. In this detector, since an output of the pressure sensor 33 depends on a space between the nozzle tip end opening and the surface of an insulating layer to be polished, the distance

between the nozzle 33 and the insulating layer surface can be determined by the output. In this embodiment, the nozzle 33 is plugged with an optical lens 34.

Page 4, left column, line 5 from the bottom - Page 4, right column, line 7:

Instead of the above-explained fluid micrometer, an optical detector may be used. ----- In order to fill a surface to be detected with a pure water, the optical detector is provided with a fluid nozzle 54 having a light transmitting window.

[0016] In the above-stated optical system, if the level of the surface to be polished changes from 5 to 5', the point at which the reflected light reaches the line sensor 50 changes, whereby the level of the surface to be detected is determined by the output from the sensor 50.

(Translator's note: The last passage makes the explanation with reference to Fig. 11.)